

## SQUARE ENDMILL MADE OF COATED CEMENTED CARBIDE WITH PERIPHERAL CUTTING EDGE HAVING SUPERIOR CHIPPING-RESISTANCE IN HIGH-SPEED CUTTING

Patent Number: JP2003127020

Publication date: 2003-05-08

Inventor(s): AOKI YUKIO; NISHIDA MAKOTO; YANAI TOSHIYUKI

Applicant(s): MITSUBISHI MATERIALS CORP

Requested Patent:  JP2003127020

Application Number: JP20010326297 20011024

Priority Number(s):

IPC Classification: B23C5/16; B23C5/10

EC Classification:

Equivalents:

---

### Abstract

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a square endmill made of coated cemented carbide with cutting edges having superior chipping-resistance in high-speed cutting.

**SOLUTION:** A cylindrical blind hole is formed on the bottom surface of the hard metal body longitudinally and coaxially. A cylindrical tip made of a heavy tungsten-base cemented carbide is fit into the cylindrical blind hole. The hard metal body of cutting edges is constituted by sintered compact-powder of; Co: 8-10 wt.%, chromium carbide and/or vanadium carbide: 0.1-1.5 wt.%, if necessary composite carbide of Ta and Nb: 0.1-1.5 wt.%, and tungsten carbide: remainder. The cylindrical tip is constituted by sintered compressed-powder of; Co: 0.5-2 wt.% and tungsten carbide: remainder. The diameter of the cylindrical tip will be equivalent to 25-45% of the peripheral cutting edge diameter, and the length to 20-40% of the length of cutting edges.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-127020

(P2003-127020A)

(43) 公開日 平成15年5月8日 (2003.5.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 23 C 5/16  
5/10

識別記号

F I

B 23 C 5/16  
5/10

テーマコード<sup>\*</sup> (参考)  
3 C 0 2 2  
Z

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全9頁)

(21) 出願番号 特願2001-326297 (P2001-326297)

(22) 出願日 平成13年10月24日 (2001.10.24)

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72) 発明者 青木 幸生

茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地

三菱マテリアル株式会社筑波製作所内

(72) 発明者 西田 真

茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地

三菱マテリアル株式会社筑波製作所内

(74) 代理人 100076679

弁理士 富田 和夫 (外1名)

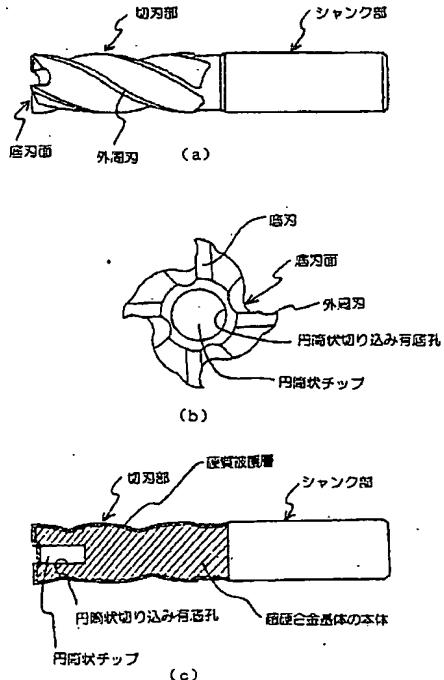
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高速切削加工で外周刃がすぐれた耐チッピング性を発揮する表面被覆超硬合金製スクエアエンドミル

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高速切削加工で外周刃がすぐれた耐チッピング性を発揮する表面被覆超硬合金製スクエアエンドミルを提供する。

【解決手段】 超硬合金基体の底刃面に円筒状切り込み有底孔が切刃部の長さ方向に同心に存在し、前記円筒状切り込み有底孔には重質の炭化タングステン基超硬合金で構成された円筒状チップが嵌着された構造を有し、切刃部の超硬合金基体の本体を、C o : 8 ~ 10質量%、炭化クロムおよび/または炭化バナジウム: 0. 1 ~ 1. 5質量%、必要に応じてTaとNbの複合炭化物: 0. 1 ~ 1. 5質量%、炭化タングステン: 残り、からなる配合組成を有する圧粉体の焼結体で、円筒状チップを、C o : 0. 5 ~ 2質量%、炭化タングステン: 残り、からなる配合組成を有する圧粉体の焼結体で構成すると共に、上記円筒状チップの直径を切刃部の外周刃の外径の25 ~ 45%、同長さを切刃部の長さの20 ~ 40%にそれぞれ相当する寸法としてなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 切刃部とシャンク部からなり、少なくとも前記切刃部が、炭化タングステン基超硬合金で構成された超硬合金基体の表面に、

組成式：  $(Ti_{1-X}Al_X)N$ 、同  $(Ti_{1-X}Al_X)C_{1-m}N_m$ 、同  $[Ti_{1-(X+Y)}Al_XSi_Y]N$ 、および同  $[Ti_{1-(X+Y)}Al_XSi_Y]C_{1-m}N_m$  で表わした場合、厚さ方向中央部のオージェ分光分析装置による測定で、原子比で、X:0.35~0.70、Y:0.01~0.10、m:0.50~0.99 を満足する  $Ti$  と  $Al$  の複合窒化物層、 $Ti$  と  $Al$  の複合炭窒化物層、 $Ti$  と  $Al$  と  $Si$  の複合炭窒化物層、および  $Ti$  と  $Al$  と  $Si$  の複合炭窒化物層のうちのいずれかの単層、または2種以上の複層からなり、かつ0.5~7  $\mu m$  の平均層厚を有する硬質被覆層を蒸着形成してなる表面被覆超硬合金製スクエアエンドミルにおいて、

前記切刃部の超硬合金基体の底刃面に円筒状切り込み有底孔が切刃部の長さ方向に沿って同心に存在し、前記円筒状切り込み有底孔には相対的に重質の炭化タングステン基超硬合金で構成された円筒状チップが嵌着された構造を有し、

上記切刃部の超硬合金基体の本体を、

$Co: 8 \sim 10$  質量%、

炭化クロムおよび/または炭化バナジウム: 0.1~1.5 質量%、

炭化タングステン: 残り、

からなる配合組成を有する圧粉体の焼結体で、上記円筒状チップを、

$Co: 0.5 \sim 2$  質量%、

炭化タングステン: 残り、

からなる配合組成を有する圧粉体の焼結体で構成すると共に、

上記円筒状チップの直径を切刃部の外周刃の外径の25~45%、同長さを切刃部の長さの20~40%にそれぞれ相当する寸法としたこと、を特徴とする高速切削加工で外周刃がすぐれた耐チッピング性を発揮する表面被覆超硬合金製スクエアエンドミル。

【請求項2】 切刃部とシャンク部からなり、少なくとも前記切刃部が、炭化タングステン基超硬合金で構成された超硬合金基体の表面に、

組成式：  $(Ti_{1-X}Al_X)N$ 、同  $(Ti_{1-X}Al_X)C_{1-m}N_m$ 、同  $[Ti_{1-(X+Y)}Al_XSi_Y]N$ 、および同  $[Ti_{1-(X+Y)}Al_XSi_Y]C_{1-m}N_m$  で表わした場合、厚さ方向中央部のオージェ分光分析装置による測定で、原子比で、X:0.35~0.70、Y:0.01~0.10、m:0.50~0.99 を満足する  $Ti$  と  $Al$  の複合窒化物層、 $Ti$  と  $Al$  の複合炭窒化物層、 $Ti$  と  $Al$  と  $Si$  の複合炭窒化物層、および  $Ti$  と  $Al$  と  $Si$  の複合炭窒化物層のうちのいずれかの単層、または2種以上の複層からなり、かつ0.5~7  $\mu m$  の平均層厚を

有する硬質被覆層を蒸着形成してなる表面被覆超硬合金製スクエアエンドミルにおいて、

前記切刃部の超硬合金基体の底刃面に円筒状切り込み有底孔が切刃部の長さ方向に沿って同心に存在し、前記円筒状切り込み有底孔には相対的に重質の炭化タングステン基超硬合金で構成された円筒状チップが嵌着された構造を有し、

上記切刃部の超硬合金基体の本体を、

$Co: 8 \sim 10$  質量%、

炭化クロムおよび/または炭化バナジウム: 0.1~1.5 質量%、

$Ta$  と  $Nb$  の複合炭窒化物: 0.1~1.5 質量%、

炭化タングステン: 残り、

からなる配合組成を有する圧粉体の焼結体で、上記円筒状チップを、

$Co: 0.5 \sim 2$  質量%、

炭化タングステン: 残り、

からなる配合組成を有する圧粉体の焼結体で構成すると共に、

上記円筒状チップの直径を切刃部の外周刃の外径の25~45%、同長さを切刃部の長さの20~40%にそれぞれ相当する寸法としたこと、を特徴とする高速切削加工で外周刃がすぐれた耐チッピング性を発揮する表面被覆超硬合金製スクエアエンドミル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、特に高速切削加工で、外周刃がすぐれた耐チッピング性を発揮する表面被覆超硬合金製スクエアエンドミル（以下、被覆超硬エンドミルと云う）に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、一般に、鋼や鉄などの被削材の面加工や溝加工、さらに肩加工などに被覆超硬エンドミルが用いられており、この被覆超硬エンドミルとして、底刃と外周刃が形成された切刃部と、シャンク部とからなる形状を有し、かつ少なくとも前記切刃部が、結合相形成成分として4~16質量%の割合で含有する  $Co$  中に0.1~3質量%の割合で固溶含有した  $Cr$  および/または  $V$  成分による粒成長抑制作用で、硬質相形成成分としての炭化タングステン（以下、WCで示す）の粒径を、平均粒径で、望ましくは0.7  $\mu m$  以下とした微粒組織とし、さらに必要に応じて実質的に分散相を形成して高温硬さを向上させ、もって耐摩耗性の一段の向上を図る目的で、 $Ta$  と  $Nb$  の複合炭窒化物〔以下、 $(Ta, Nb)C$  で示す〕を0.1~1.5質量%の割合で含有した超硬合金基体の表面に、

組成式：  $(Ti_{1-X}Al_X)N$ 、同  $(Ti_{1-X}Al_X)C_{1-m}N_m$ 、同  $[Ti_{1-(X+Y)}Al_XSi_Y]N$ 、および同  $[Ti_{1-(X+Y)}Al_XSi_Y]C_{1-m}N_m$  で表わした場合、厚さ方向中央部のオージェ分光分析装置による測定で、

原子比で、X : 0. 35~0. 70, Y : 0. 01~0. 10, m : 0. 50~0. 99を満足するTiとAlの複合窒化物〔以下、(Ti, Al)Nで示す〕層、TiとAlの複合炭窒化物〔以下、(Ti, Al)CNで示す〕層、TiとAlとSiの複合窒化物〔以下、(Ti, Al, Si)Nで示す〕層、およびTiとAlとSiの複合炭窒化物〔以下、(Ti, Al, Si)CNで示す〕層のうちのいずれかの単層、または2種以上の複層、からなり、かつ0. 5~7 μmの平均層厚を有する硬質被覆層を蒸着形成してなる被覆超硬エンドミルが知られている。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】一方、近年の切削加工の省力化および省エネ化、さらに低コスト化に対する要求は強く、これに伴い、切削装置の高性能化と相俟つて、切削加工は高速で行われる傾向にあるが、上記の従来被覆超硬エンドミルにおいては、これを高速切削加工に用いると、エンドミル自体に回転振動ぶれが発生し、この回転振動ぶれは切削速度（回転速度）が速くなるほど大きくなり、この結果特に外周刃は高ピッチの機械的衝撃を受けるようになるため、外周刃にはチッピングが発生し易くなり、したがってエンドミルは外周刃に発生したチッピング（微小欠け）が原因で比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

#### 【0004】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者らは、上述のような観点から、高速切削加工で、回転振動ぶれの発生を防止できる被覆超硬エンドミルを開発すべく、特に上記の従来被覆超硬エンドミルに着目し、研究を行った結果、少なくとも切刃部、すなわち切刃部（この場合シャンク部は例えば高速度鋼で構成した接合構造となる）または切刃部とシャンク部の超硬合金基体を、Co : 8~10質量%、炭化クロム（以下、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>で示す）および/または炭化バナジウム（以下、VCで示す） : 0. 1~1. 5質量%、必要に応じて、(Ta, Nb)C、望ましくは組成式：(Ta<sub>1-x</sub>Nb<sub>x</sub>)Cで表した場合、X : 0. 1~0. 4を満足する(Ta, Nb)C : 0. 1~1. 5質量%、WC：残り、からなる配合組成を有する圧粉体の焼結体（密度：約14. 6 g/cm<sup>3</sup>）に特定した上で、図1にそれぞれ概略側面図（a）、概略正面図（底刃面側）（b）、および概略縦断面図（c）で示される通り、前記切刃部の超硬合金基体の底刃面に円筒状切り込み有底孔を切刃部の長さ方向に沿って同心に形成し、この円筒状切り込み有底孔に、Co : 0. 5~2質量%、WC：残り、からなる配合組成を有する圧粉体の焼結体（密度：約15. 6 g/cm<sup>3</sup>）で構成された円筒状チップを嵌着した構造とすると共に、実験を重ねた結果として前記円筒状チップの直径を切刃部の外周刃の外径の25~45%、同長さを切刃部の長さの20~40%にそれぞれ相当する寸法を

もつものとすると、この結果の被覆超硬エンドミルにおいては、前記切刃部の底刃面の円筒状切り込み有底孔に嵌着された相対的に重質の前記円筒状チップによって高速切削でも回転振動ぶれの発生が著しく抑制され、これによって外周刃のチッピング発生が防止され、長期に亘ってすぐれた切削性能を発揮するようになる、という研究結果を得たのである。

【0005】この発明は、上記の研究結果に基づいてなされたものであって、切刃部とシャンク部からなり、少なくとも前記切刃部が、超硬合金基体の表面に、

組成式：(Ti<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>)N、同(Ti<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>)C<sub>1-m</sub>N<sub>m</sub>、同[Ti<sub>1-(X+Y)</sub>Al<sub>x</sub>Si<sub>y</sub>]N、および同[Ti<sub>1-(X+Y)</sub>Al<sub>x</sub>Si<sub>y</sub>]C<sub>1-m</sub>N<sub>m</sub>で表わした場合、厚さ方向中央部のオージェ分光分析装置による測定で、原子比で、X : 0. 35~0. 70、Y : 0. 01~0. 10、m : 0. 50~0. 99を満足する(Ti, Al)N層、(Ti, Al)CN層、(Ti, Al, Si)N層、および(Ti, Al, Si)CN層のうちのいずれかの単層、または2種以上の複層、からなり、かつ0. 5~7 μmの平均層厚を有する硬質被覆層を蒸着形成してなる被覆超硬エンドミルにおいて、前記切刃部の超硬合金基体の底刃面に円筒状切り込み有底孔が切刃部の長さ方向に沿って同心に存在し、前記円筒状切り込み有底孔には相対的に重質の超硬合金で構成された円筒状チップが嵌着された構造を有し、上記切刃部の超硬合金基体の本体を、Co : 8~10質量%、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>および/またはVC : 0. 1~1. 5質量%、必要に応じて(Ta, Nb)C : 0. 1~1. 5質量%、WC : 残り、からなる配合組成を有する圧粉体の焼結体で、上記円筒状チップを、Co : 0. 5~2質量%、WC : 残り、からなる配合組成を有する圧粉体の焼結体で構成すると共に、上記円筒状チップの直径を切刃部の外周刃の外径の25~45%、同長さを切刃部の長さの20~40%にそれぞれ相当する寸法としてなる、高速切削加工で外周刃がすぐれた耐チッピング性を発揮する被覆超硬エンドミルに特徴を有するものである。

【0006】以下に、この発明の被覆超硬エンドミルにおいて、上記の通りに数値限定した理由を説明する。

##### （a）切刃部の超硬合金基体本体のCo量

Co成分には、焼結性を向上させ、かつ結合相を形成して超硬合金基体本体の強度を向上させる作用があるが、その割合が8質量%未満では超硬合金基体本体に必要な所望の強度を確保することができず、さらに円筒状チップとの密度差が崩れて回転振動ぶれが発生し易くなり、一方その割合が10質量%を超えると、耐摩耗性が急激に軟化し、摩耗進行が促進するようになることから、その割合を8~10質量%と定めた。

##### （b）切刃部の超硬合金基体本体のCr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>およびVC量

これらの成分には、焼結時に結合相を形成するCo中に

固溶した状態で硬質相を形成するWCの成長を著しく抑制して、WCの粒径を平均粒径で、望ましくは0.7μm以下とした微粒組織とする作用があるが、この作用はCr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>およびVCの割合が0.1質量%未満では不充分となり、一方その割合が1.5%質量を超えると、これが固溶する結合相を硬化し、チッピング発生の原因となることから、その割合を0.1～1.5質量%と定めた。

【0008】(c) 切刃部の超硬合金基体本体の(T<sub>a</sub>, N<sub>b</sub>)C量

(T<sub>a</sub>, N<sub>b</sub>)C成分には、実質的に分散相を形成して高温硬さを向上させ、もって耐摩耗性の一段の向上に寄与する作用があるので、必要に応じて配合されるが、その割合が0.1質量%未満では前記作用に所望の向上効果が得られず、一方その割合が1.5%質量を超えると、チッピングが発生し易くなることから、その割合を0.1～1.5質量%と定めた。

【0009】(d) 円筒状チップの超硬合金のC量  
円筒状チップは強度を必要としないが、焼結体形成には0.5質量%以上必要であり、一方その割合が2質量%を超えると、超硬合金基体本体との密度差が崩れて回転振動ぶれが発生し易くなることから、その割合を0.5～2質量%と定めた。

【0010】(d) 円筒状チップの寸法

円筒状チップの寸法は、上記の通り経験的に定められたものであり、したがってその直径および長さが上記の範囲を上下のいずれに外れても超硬合金基体本体との間の密度差バランスが崩れて回転振動ぶれが発生するようになることから、その直径を切刃部の外周刃の外径の25～45%、同長さを切刃部の長さの20～40%にそれぞれ相当する寸法と定めた。

【0011】(e) 硬質被覆層の組成および平均層厚  
(T<sub>i</sub>, A<sub>1</sub>)N層、(T<sub>i</sub>, A<sub>1</sub>)CN層、(T<sub>i</sub>, A<sub>1</sub>, S<sub>i</sub>)N層、および(T<sub>i</sub>, A<sub>1</sub>, S<sub>i</sub>)CN層におけるA<sub>1</sub>は、層の高温硬さおよび耐熱性を高め、もって耐摩耗性を向上させるために固溶するものであり、したがって組成式：(T<sub>i</sub><sub>1-X</sub>A<sub>1</sub><sub>X</sub>)N、同(T<sub>i</sub><sub>1-X</sub>A<sub>1</sub><sub>X</sub>)C<sub>1-m</sub>N<sub>m</sub>、同[T<sub>i</sub><sub>1-(X+Y)</sub>A<sub>1</sub><sub>X</sub>S<sub>i</sub><sub>Y</sub>]N、および同[T<sub>i</sub><sub>1-(X+Y)</sub>A<sub>1</sub><sub>X</sub>S<sub>i</sub><sub>Y</sub>]C<sub>1-m</sub>N<sub>m</sub>のX値が0.35未満では前記高温硬さおよび耐熱性に所望の向上効果が得られず、一方その値が0.70を越えると、硬質被覆層にチッピングが発生し易くなると云う理由によりX値を0.35～0.70(原子比)と定めたものである。また、(T<sub>i</sub>, A<sub>1</sub>, S<sub>i</sub>)N層および(T<sub>i</sub>, A<sub>1</sub>, S<sub>i</sub>)CN層におけるS<sub>i</sub>には、層の耐熱性を一段と向上させる作用があるが、上記組成式のY値が0.01未満では所望の耐熱性向上効果が得られず、一方その値が0.10を越えると、硬質被覆層にチッピングが発生し易くなると云う理由によりY値を0.01～0.10(原子比)と定めた。さらに、(T<sub>i</sub>, A<sub>1</sub>)

CN層および(T<sub>i</sub>, A<sub>1</sub>, S<sub>i</sub>)CN層におけるC成分には、さらに硬さを向上させる作用があるので、(T<sub>i</sub>, A<sub>1</sub>)CN層および(T<sub>i</sub>, A<sub>1</sub>, S<sub>i</sub>)CN層はそれぞれ上記(T<sub>i</sub>, A<sub>1</sub>)N層および(T<sub>i</sub>, A<sub>1</sub>, S<sub>i</sub>)N層に比して相対的に高い硬さをもつが、この場合C成分の割合が0.01未満、すなわちm値が0.99を越えると所定の硬さ向上効果が得られず、一方C成分の割合が0.50を越える、すなわちm値が0.5未満になると韌性が急激に低下するようになることから、m値を0.50～0.99と定めたのである。また、この場合その平均層厚が0.5μm未満では、これの具備する上記の特性を十分に発揮させることができず、一方その平均層厚が7μmを越えると、硬質被覆層にチッピングが発生し易くなることから、その平均層厚を0.5～7μmと定めた。

【0012】

【発明の実施の態様】つぎに、この発明の被覆超硬エンドミルを実施例により具体的に説明する。原料粉末として、いずれも0.1～3μmの範囲内の所定の平均粒径を有するWC粉末、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>粉末、VC粉末、およびCo粉末、さらに(T<sub>a</sub>, N<sub>b</sub>)C[T<sub>a</sub>C/N<sub>b</sub>C=質量比で、80/20]粉末を用意し、これら原料粉末を、表1に示される配合組成に配合し、ボールミルで72時間湿式混合し、乾燥して、切刃部とシャンク部からなる超硬合金基体の本体形成用混合粉末a-1～a-14および円筒状チップ形成用混合粉末b-1～b-4を調整し、ついで、これらの混合粉末から、それぞれ75MPaの圧力で所定の寸法(直径および長さ)をもった超硬合金基体の本体形成用圧粉体および円筒状チップ形成用圧粉体(いずれも丸棒形状)に押出プレス成形し、まずこれら圧粉体のうちの前記円筒状チップ形成用圧粉体を1.3Paの真空中、窒素雰囲気中、温度：1350～1480℃の範囲内の所定の温度に1時間保持の条件で焼結して焼結体とし、一方前記本体形成用圧粉体には、100Paの減圧窒素雰囲気中、温度：600℃に1時間保持の条件で脱脂した状態で、切刃面形成面に前記円筒状チップの寸法に対応した寸法の円筒状切り込み有底孔を同心に形成し、この円筒状切り込み有底孔に表2に示される組み合わせで前記円筒状チップの焼結体を嵌着し、この状態で前記円筒状チップの焼結体の焼結条件と同じ条件で焼結して焼結体とし、最終的に研削加工を施して、それぞれ同じく表2に示される寸法および形状をもった本発明超硬合金基体A1～A14を製造した。

【0013】また、比較の目的で、表3に示される通り上記円筒状切り込み有底孔の形成を行なわず、したがって前記円筒状切り込み有底孔への円筒状チップの嵌着を行なわない以外は上記の本発明超硬合金基体A1～A14の製造条件と同じ条件で比較超硬合金基体B1～B14をそれぞれ製造した。

【0014】ついで、これら超硬合金基体A1～A14およびB1～B14を、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、それぞれ図2に示されるアークイオンプレーティング装置に装入し、一方カソード電極（蒸発源）として、種々の成分組成をもったTi-Al合金およびTi-Al-Si合金をそれぞれ装着し、装置内を排気して0.5Paの真空に保持しながら、ヒーターで装置内を500°Cに加熱した後、Arガスを装置内に導入して10PaのAr雰囲気とし、この状態で超硬合金基体に-800Vのバイアス電圧を印加して超硬合金基体表面をArガスボンバート洗浄し、ついで装置内を $1.3 \times 10^{-3}$ Paの真空に保持しながら、ヒーターで装置内を600～700°Cの範囲内の所定の温度に加熱した状態で、装置内に反応ガスとして窒素ガス、または窒素ガスとメタンガスの混合ガスを導入して6Paの反応雰囲気と共に、前記超硬基体に印加するバイアス電圧を-200Vに下げて、前記カソード電極（Ti-Al合金またはTi-Al-Si合金）とアノード電極との間にアーク放電を発生させ、もって前記超硬合金基体のそれぞれの表面に、表4、5に示される目標組成

および目標層厚の硬質被覆層を形成することにより、本発明被覆超硬エンドミル1～14および比較被覆超硬エンドミル1～14をそれぞれ製造した。

【0015】なお、この結果得られた本発明被覆エンドミル1～14および比較被覆超硬エンドミル1～14の硬質被覆層について、その構成層のそれぞれの厚さ方向中央部の組成をオージェ分光分析装置を用いて測定すると共に、前記硬質被覆層の構成層の厚さを、走査型電子顕微鏡を用いて断面測定したところ、いずれも目標組成および目標層厚と実質的に同じ値を示した。

【0016】つぎに、上記の各種の被覆超硬エンドミルについて、被削材として、幅：400mmを有するJIS・SKD11（硬さ：HRC60）の板材を用い、表6、7に示される条件で高速削り加工を行い、切刃部の外周刃の逃げ面摩耗幅がそれぞれ表6、7に示される使用目安とされる値に至るまでの切削長を測定した。これらの測定結果を表6、7にそれぞれ平均値で示した。

【0017】

【表1】

種別	配合組成					
	Co	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	VC	(Ta, Nb)C	WC	
超硬合金基体形成用混合粉末	a-1	8	0.1	-	-	残
	a-2	9	0.5	-	-	残
	a-3	10	1.0	-	-	残
	a-4	8	1.5	-	-	残
	a-5	9	-	0.1	-	残
	a-6	10	-	0.5	-	残
	a-7	8	-	1.0	-	残
	a-8	9	-	1.5	-	残
	a-9	10	0.2	0.5	-	残
	a-10	8	0.7	0.3	-	残
	a-11	9	0.8	-	0.1	残
	a-12	10	-	0.6	0.5	残
	a-13	8	0.6	0.4	1.0	残
	a-14	9	0.3	0.4	-1.5	残
形成筒状混合粉末	b-1	0.5	-	-	-	残
	b-2	1.0	-	-	-	残
	b-3	1.5	-	-	-	残
	b-4	2.0	-	-	-	残

【0018】

【表2】

種別	本体				円筒状チップ			
	混合 粉末 記号	外周刃 外径 (mm)	切刃部 長さ (mm)	形状	混合 粉末 記号	直径 (mm)	長さ (mm)	
本発明超硬合金基体	A1	a-1	3	8	4枚刃スクエア	b-1	1.3 (43)	2.5 (31)
	A2	a-2	6	13	4枚刃スクエア	b-1	1.8 (30)	5.0 (38)
	A3	a-3	8	20	6枚刃スクエア	b-1	3.2 (40)	6.0 (30)
	A4	a-4	10	23	6枚刃スクエア	b-2	4.0 (40)	6.0 (26)
	A5	a-5	4	11	4枚刃スクエア	b-2	1.6 (40)	2.5 (23)
	A6	a-6	4	11	6枚刃スクエア	b-2	1.0 (25)	4.0 (40)
	A7	a-7	10	22	4枚刃スクエア	b-3	4.0 (40)	8.5 (38)
	A8	a-8	6	13	6枚刃スクエア	b-3	1.8 (30)	4.3 (33)
	A9	a-9	6	13	6枚刃スクエア	b-3	1.8 (30)	5.0 (38)
	A10	a-10	8	19	4枚刃スクエア	b-4	3.2 (40)	7.0 (37)
	A11	a-11	8	19	4枚刃スクエア	b-4	3.2 (40)	4.5 (23)
	A12	a-12	12	26	4枚刃スクエア	b-4	3.0 (25)	5.2 (20)
	A13	a-13	12	25	6枚刃スクエア	b-4	3.0 (25)	5.5 (22)
	A14	a-14	3	10	6枚刃スクエア	b-4	1.3 (43)	2.3 (23)

[表中、円筒状チップの欄における括弧内の数字は切刃部の外周刃直径および長さに対する割合(%)を示す]

【0019】

【表3】

種別	本体				円筒状チップ		
	混合 粉末 記号	外周刃 外径 (mm)	切刃部 長さ (mm)	形状	混合 粉末 記号	直径 (mm)	長さ (mm)
比較超硬合金基体	B1	本発明超硬合金基体A1に同じ			—	—	—
	B2	本発明超硬合金基体A2に同じ			—	—	—
	B3	本発明超硬合金基体A3に同じ			—	—	—
	B4	本発明超硬合金基体A4に同じ			—	—	—
	B5	本発明超硬合金基体A5に同じ			—	—	—
	B6	本発明超硬合金基体A6に同じ			—	—	—
	B7	本発明超硬合金基体A7に同じ			—	—	—
	B8	本発明超硬合金基体A8に同じ			—	—	—
	B9	本発明超硬合金基体A9に同じ			—	—	—
	B10	本発明超硬合金基体A10に同じ			—	—	—
	B11	本発明超硬合金基体A11に同じ			—	—	—
	B12	本発明超硬合金基体A12に同じ			—	—	—
	B13	本発明超硬合金基体A13に同じ			—	—	—
	B14	本発明超硬合金基体A14に同じ			—	—	—

【0020】

【表4】

種別	超硬 合金 基体 記号	硬質被覆層										
		第1層					第2層					
		目標組成(原子比)					目標 層厚 (μm)	目標組成(原子比)				
		Ti	Al	Si	C	N		Ti	Al	Si	C	N
本発明被覆超硬エンドミル	1	A1	0.30	0.70	—	—	1.00	0.5	—	—	—	—
	2	A2	0.49	0.50	0.01	—	1.00	3.0	—	—	—	—
	3	A3	0.55	0.45	—	—	1.00	2.0	—	—	—	—
	4	A4	0.45	0.55	—	0.01	0.99	4.0	—	—	—	—
	5	A5	0.45	0.50	0.05	0.20	0.80	7.0	—	—	—	—
	6	A6	0.65	0.35	—	—	1.00	2.0	0.35	0.65	—	—
	7	A7	0.35	0.65	—	0.20	0.80	3.5	0.53	0.45	0.02	0.50
	8	A8	0.60	0.40	—	0.50	0.50	1.0	0.65	0.35	—	—
	9	A9	0.33	0.60	0.07	—	1.00	1.5	0.50	0.50	—	0.10
	10	A10	0.55	0.45	—	—	1.00	2.0	—	—	—	—
	11	A11	0.50	0.50	—	0.20	0.80	7.0	—	—	—	—
	12	A12	0.35	0.65	—	0.20	0.80	3.5	0.51	0.45	0.04	0.50
	13	A13	0.40	0.60	—	—	1.00	1.5	0.50	0.50	—	0.10
	14	A14	0.40	0.60	—	0.30	0.70	0.8	0.45	0.50	0.05	0.20

【0021】

【表5】

種別	超硬 合金 基体 記号	硬質被覆層										
		第1層					第2層					
		目標組成(原子比)					目標 層厚 (μm)	目標組成(原子比)				
		Ti	Al	Si	C	N		Ti	Al	Si	C	N
比較被覆超硬エンドミル	1	B1	本発明被覆超硬エンドミル1に同じ									
	2	B2	本発明被覆超硬エンドミル2に同じ									
	3	B3	本発明被覆超硬エンドミル3に同じ									
	4	B4	本発明被覆超硬エンドミル4に同じ									
	5	B5	本発明被覆超硬エンドミル5に同じ									
	6	B6	本発明被覆超硬エンドミル6に同じ									
	7	B7	本発明被覆超硬エンドミル7に同じ									
	8	B8	本発明被覆超硬エンドミル8に同じ									
	9	B9	本発明被覆超硬エンドミル9に同じ									
	10	B10	本発明被覆超硬エンドミル10に同じ									
	11	B11	本発明被覆超硬エンドミル11に同じ									
	12	B12	本発明被覆超硬エンドミル12に同じ									
	13	B13	本発明被覆超硬エンドミル13に同じ									
	14	B14	本発明被覆超硬エンドミル14に同じ									

【0022】

【表6】

種別	切削加工条件					切削長 (m)	
	回転数 (min <sup>-1</sup> )	送り (mm/刃)	軸方向 切り込み (mm)	径方向 切り込み (mm)	使用目安 の逃げ面 摩耗幅 (mm)		
本発明被覆超硬エンドミル	1	7200	0.010	3	0.15	0.05	36
	2	4000	0.035	6	0.30	0.10	42
	3	3000	0.040	8	0.40	0.10	60
	4	2400	0.045	10	0.50	0.10	62
	5	5600	0.030	4	0.20	0.10	40
	6	5600	0.025	4	0.20	0.10	60
	7	2400	0.045	10	0.50	0.10	50
	8	4000	0.030	6	0.30	0.10	62
	9	4000	0.035	6	0.30	0.10	66
	10	3000	0.040	8	0.40	0.10	44
	11	3000	0.040	8	0.40	0.10	46
	12	1900	0.045	12	0.60	0.15	52
	13	1900	0.045	12	0.60	0.15	78
	14	7200	0.010	3	0.15	0.05	50

【0023】

【表7】

種別	切削加工条件					切削長 (m)		
	回転数 (min <sup>-1</sup> )	送り (mm/刃)	軸方向 切り込み (mm)	径方向 切り込み (mm)	使用目安 の逃げ面 摩耗幅 (mm)			
比較被覆超硬エンドミル	1	本発明被覆超硬エンドミル1に同じ					24mで寿命	
	2	本発明被覆超硬エンドミル2に同じ					24mで寿命	
	3	本発明被覆超硬エンドミル3に同じ					34mで寿命	
	4	本発明被覆超硬エンドミル4に同じ					34mで寿命	
	5	本発明被覆超硬エンドミル5に同じ					26mで寿命	
	6	本発明被覆超硬エンドミル6に同じ					44mで寿命	
	7	本発明被覆超硬エンドミル7に同じ					22mで寿命	
	8	本発明被覆超硬エンドミル8に同じ					24mで寿命	
	9	本発明被覆超硬エンドミル9に同じ					32mで寿命	
	10	本発明被覆超硬エンドミル10に同じ					22mで寿命	
	11	本発明被覆超硬エンドミル11に同じ					30mで寿命	
	12	本発明被覆超硬エンドミル12に同じ					30mで寿命	
	13	本発明被覆超硬エンドミル13に同じ					50mで寿命	
	14	本発明被覆超硬エンドミル14に同じ					32mで寿命	

(表中、寿命は外周刃に発生したチッピングが原因)

【0024】

【発明の効果】表1～7に示される結果から、本発明被

被覆超硬エンドミル1～14は、いずれも切刃部先端部における相対的に重質の円筒状チップの篠着によって高速切削でも自体の回転振動ぶれが著しく抑制されることから、外周刃のチッピング発生がなくなり、すぐれた耐摩耗性を発揮するのに対して、前記円筒状チップの篠着がない比較被覆超硬エンドミル1～14においては、いずれも高速切削加工では回転振動ぶれが発生し、これが原因で外周刃にチッピングが発生し易くなり、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。上述のように、この発明の被覆超硬エンドミルは、通常の条件での切削加工は勿論のこと、高速切削加工でも外周刃がすぐ

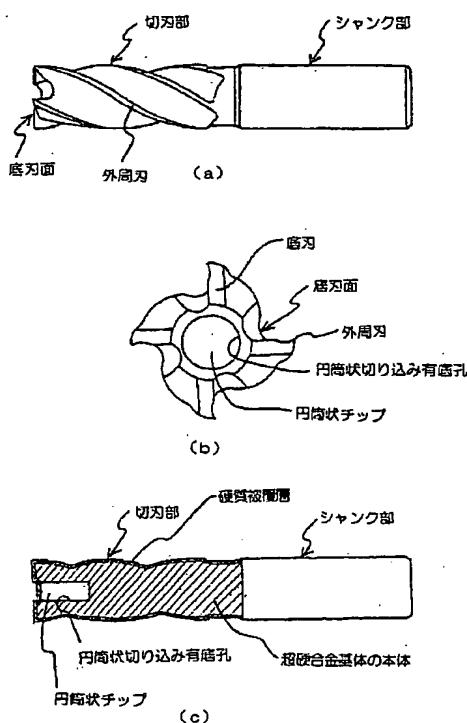
れた耐チッピング性を発揮し、長期に亘ってすぐれた切削性能を示すものであるから、切削加工の省力化および省エネ化、さらに低コスト化に十分満足に対応することができるものである。

【図面の簡単な説明】

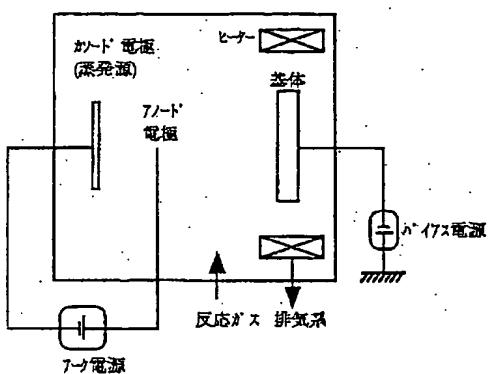
【図1】(a)は本発明被覆超硬エンドミルを例示する概略側面図、(b)は同概略正面図、および(c)は同概略縦断面図である。

【図2】アーキオンプレーティング装置の概略説明図である。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72) 発明者 谷内 俊之

茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地  
三菱マテリアル株式会社筑波製作所内

F ターム(参考) 3C022 KK03